

5AF-P05: ผลของอาหารหนอนจากเศษเหลือหลากหลายชนิดต่อลักษณะการเจริญเติบโตและอัตราการตายของหนอนแมลงวันลาย (*Hermetia illucens*)

Effect of Larvae Feed from Various Residual Waste Treatments on Growth and Mortality Rate Traits of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae

เอกภพ สมใจเพ็ง¹ ภาณุพงศ์ บุตรสี¹ จิรายุส เข็มสวัสดิ์² ธีรพงษ์ ใจชาญสุขกิจ^{1*}

สนทยา มุลศรีแก้ว¹ สหัท นุชนารถ¹ และ ประไพพรรณ สิทธิกุล¹

Aekkaphob Somjaipang¹, Phanupong Bootsee¹, Jirayut Khemsawat² Teerapong Jaichansukkit^{1*},

Sonthaya Moonsrikeaw¹, Sahat Nuchanart¹ and Prapaiphun Sittigool¹

บทคัดย่อ

หนอนแมลงวันลาย (BSF) เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนชนิดใหม่ที่กำลังได้รับความนิยม การเลี้ยงด้วยอาหารที่แตกต่างกันจึงอาจส่งผลทำให้หนอนมีผลผลิตไม่เท่ากัน ดังนั้น งานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของอาหารหลากหลายชนิดที่แตกต่างกันต่อการให้ผลผลิตสำหรับลักษณะการเจริญเติบโตและอัตราการตายของแมลงวันลาย โดยจำแนกอาหารเป็น 6 ชนิด ได้แก่ อาหารควบคุม (CON) อาหารปลาผสมอาหารควบคุมอัตราส่วน 3:1 (T1) เศษอาหารจากไก่ผสมอาหารควบคุมอัตราส่วน 3:1 (T2) เศษอาหารจากสุกรผสมอาหารควบคุมอัตราส่วน 3:1 (T3) เศษอาหารจากโรงอาหารผสมอาหารควบคุมอัตราส่วน 3:1 (T4) และ เศษผักและผลไม้จากตลาดสดผสมอาหารควบคุมอัตราส่วน 3:1 (T5) แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีทูเก้ (Tukey's studentized range) โดยใช้หนอนแมลงวันลายจำนวน 100 ตัว ถูกสุ่มลงในอาหารทั้ง 6 ชนิด ชนิดละ 4 ซ้ำ ผลการศึกษพบว่า อาหารที่แตกต่างกันมีผลต่อการเจริญเติบโตของหนอนและการพัฒนารูปร่างของหนอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยหนอนที่กิน T4 มีการเจริญเติบโตดีที่สุด ($P < 0.05$) ในขณะที่หนอนที่กิน T1 มีแมลงที่มีรูปร่างปกติสูงที่สุดและมีอัตราการตายต่ำที่สุด ($P > 0.05$) ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการใช้เศษอาหารจากแหล่งต่างๆ สามารถใช้เลี้ยงหนอนแมลงวันลายได้ ด้วยเหตุนี้ การเลี้ยงหนอนแมลงวันลายเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์จึงมีความเป็นไปได้

คำสำคัญ: หนอนแมลงวันลาย เศษเหลือ การเจริญเติบโต อัตราการตาย

Abstract

Black soldier fly (BSF) is a favorite modern protein source in animal feed. The raise of BSF by the different larvae feed might affect the different larvae and fly productions. Therefore, the objective of this research was to study the the influence of various waste treatments on growth and mortality performances of black soldier fly. The classification of feeds into 6 types which are control feed (CON), Catfish feed mixed with CON in the ratio 3:1 (T1), Residual feed of laying chicken mixed with CON in the ratio 3:1 (T2), Residual feed of fattening pig mixed with CON in the ratio 3:1 (T3), Residual food from canteen mixed with CON in the ratio 3:1 (T4), and Residual vegetable from fresh market mixed with CON in the ratio 3:1 (T5). Completely Randomized Design was used and Tukey's studentized range was used to compare the different means. One hundred of BSF larvae was allotted into the four replications of six feed types. The results found that the difference of feed types affects the growth and the development of larvae appearance ($P < 0.05$). The BSF larvae ate T4 had the highest growth ($P < 0.05$), while the BSF larvae ate T1 had the highest number of normal shape insect ($P > 0.05$) as similar as had the lowest mortality ($P > 0.05$). The results of the study indicated that the use of food waste from various sources could be used to feed BSF larvae. Therefore, the raise BSF larvae in order to be a protein source in animal feed are possible.

Keywords: Black soldier fly larvae, residual waste treatment, growth, mortality rate

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

² กลุ่มวิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ จังหวัดปทุมธานี

* Corresponding author. E-mail: teerapong.j@rmutsb.ac.th

บทนำ

จากความต้องการบริโภคอาหารประเภทเนื้อสัตว์ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (FAO, 2018) ในขณะที่ยอดต้นทุนค่าอาหารสัตว์มีราคาเพิ่มขึ้น เนื่องจากในปัจจุบันการผลิตอาหารสัตว์นั้น มีการใช้แหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์จากปลาปน ทำให้เมื่อปลาปนมีราคาเพิ่มขึ้น (DIT, 2020) จึงส่งผลกระทบต่อค่าอาหารสัตว์ให้เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ด้วยเหตุนี้ การใช้แหล่งโปรตีนชนิดใหม่ที่มีต้นทุนที่ไม่สูงมากนักจึงเป็นทางเลือกที่ผู้ผลิตสัตว์และผู้ผลิตอาหารสัตว์กำลังให้ความสนใจเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งโปรตีนที่มาจากแมลง

แมลงวันลาย มีชื่อสามัญ คือ Black soldier fly (BSF) และมีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Hermetia illucens* (L.) สามารถพบได้ทั่วโลกทั้งในเขตอบอุ่นและเขตร้อนชื้น (Wang and Shelomi, 2017) โดยวัฏจักรชีวิตของแมลงวันลายเริ่มจาก ระยะไข่ (Egg period) ใช้เวลาประมาณ 3-4 วัน ระยะตัวหนอน (Larvae period) ใช้เวลาประมาณ 22-24 วัน โดยช่วงนี้หนอน BSF จะกินมูลสัตว์ อาหารหมัก หรือขยะอินทรีย์เป็นอาหาร ก่อนจะเข้าสู่ระยะดักแด้ (Pupal period) ใช้เวลาประมาณ 14 วัน และระยะแมลง (Fly period) ต่อไป (Win et al., 2018) หนอน BSF สามารถเปลี่ยนมูลสัตว์ อาหารหมัก และขยะอินทรีย์ให้เป็นโปรตีนได้ ซึ่งปริมาณโปรตีนที่ผลิตได้ มีค่าอยู่ในช่วง 37.8 (Mutafela, 2015) ถึง 47.6 (Aniebo et al., 2009) เปอร์เซ็นต์ และปริมาณไขมัน มีค่าอยู่ในช่วง 12.9 (Mutafela, 2015) ถึง 41.7 (Mutafela, 2015) เปอร์เซ็นต์ จากคุณสมบัติดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าหนอนแมลงวันลายมีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนชนิดใหม่ในอาหารสัตว์ ดังนั้น การศึกษารูปแบบการเลี้ยงหนอนแมลงวันโดยใช้อาหารที่แตกต่างกันจึงเป็นแนวทางที่กำลังได้รับความสนใจ

อย่างไรก็ตาม การศึกษาชนิดของอาหารที่แตกต่างกันสำหรับเลี้ยงหนอนแมลงวันลายในเขตร้อนชื้นยังมีไม่มากนัก ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของอาหารจากเศษเหลือหลากหลายชนิดที่แตกต่างกันต่อการให้ผลผลิตสำหรับลักษณะการเจริญเติบโตและอัตราการตายของแมลงวันลายระยะหนอนที่เลี้ยงในโรงเรือนระบบเปิดที่มีสภาพอากาศแบบร้อนชื้น

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้ดำเนินการอนุมัติให้ดำเนินการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ จากคณะกรรมการกำกับดูแลการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ (IAU-RUS63-003)

ตัวสัตว์

ไข่ของหนอน BSF ได้มาจากฟาร์มเกษตรกรเครือข่ายผู้เลี้ยงแมลงวันลายในจังหวัดขอนแก่น โดยมีรูปแบบการเลี้ยงเชิงการค้าเพื่อผลิตไข่และตัวหนอนจำหน่ายแก่เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์และผู้ผลิตอาหารสัตว์ โดยไข่ที่ได้รับมาถูกเพาะพักในพื้นที่วิจัย จ.พระนครศรีอยุธยา (Latitude 14.3772841 : Longitude 100.608484) ให้เป็นตัวหนอนและได้รับอาหารพื้นฐาน ซึ่งประกอบด้วย รำละเอียด ต่อ อาหารไก่เล็ก ในอัตราส่วน 3 : 1 และผสมน้ำในอัตราส่วน 1 ส่วนของน้ำหนักอาหาร ตามวิธีการของ Tancho (2017) เป็นเวลา 10 วัน จากนั้นหนอน BSF ถูกสุ่มมาเลี้ยงในกระบะขนาด 20 × 15 ซม. จำนวน 4 กระบะต่อทรีทเมนต์ กระบะละ 100 ตัว คิดเป็นหนอนแมลงวันลายทั้งหมด 2,400 ตัว

อาหารของหนอนแมลงวันลาย

อาหารควบคุม : อาหารพื้นฐานที่มีส่วนประกอบของรำละเอียดและอาหารไก่เล็ก ถูกใช้เป็นอาหารควบคุม (CON) ในขณะที่อาหารปลาถูกผสมอาหารควบคุมในอัตราส่วน 3 : 1 และผสมน้ำในอัตราส่วน 1 ส่วนต่อน้ำหนักอาหาร ถูกกำหนดให้เป็น T1 นอกจากนี้ เศษอาหารจากไก่ที่ได้จากโรงอาหารผสมอาหารควบคุม (T2) เศษอาหาร

จากสุรขุนที่ได้จากรางอาหารผสมอาหารควบคุม (T3) เศษอาหารจากโรงอาหาร (Canteen) ที่ได้จากการเก็บรวบรวมในช่วงพักเที่ยงผสมอาหารควบคุม (T4) และ เศษผักและผลไม้ที่ได้จากร้านขายผักและผลไม้ผสมอาหารควบคุม (T5) ถูกนำมาผสมกันในอัตราส่วน 3 : 1 และผสมน้ำในอัตราส่วน 1 ส่วนต่อน้ำหนักอาหารในทุกสูตรอาหาร โดยเศษอาหารหลากหลายชนิดที่ใช้เลี้ยงหนอน BSF เป็นเศษอาหารที่เก็บรวบรวมจากพื้นที่งานฟาร์มของสาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา พื้นที่ในบริเวณโรงอาหารของมหาวิทยาลัย และ พื้นที่ตลาดสดโดยรอบมหาวิทยาลัย จากนั้นนำอาหารที่ได้แต่ละชนิดไปใช้เป็นอาหารหนอน BSF ในปริมาณ 25 กรัมต่อกระบะ จำนวน 2 ครั้งต่อวัน (07.00 น. และ 15.00 น.) หรืออาจเพิ่มจำนวนครั้งตามอาหารทั้งหมด และมีการจัดบันทึกปริมาณอาหารที่ให้ทั้งหมดตลอดระยะเวลาการศึกษา

การเลี้ยงและการบันทึกข้อมูล

หนอน BSF ถูกเลี้ยงตั้งแต่ระยะฟักจนกระทั่งถึงสิ้นสุดการทดลอง อยู่ในช่วง เดือน กันยายน พ.ศ. 2563 ถึง เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2563 โดยที่ในระหว่างการศึกษา หนอน BSF จำนวน 10 ตัวต่อกระบะ ถูกผสมชั่งน้ำหนักโดยนำมาวางไว้บนกระดาษชำระเป็นเวลา 2-3 วินาที เพื่อกระดาษดูดซับน้ำบนตัวหนอน เมื่อตัวหนอนแห้งสนิทจึงนำไปชั่งด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล 2 ตำแหน่ง สุ่มชั่งน้ำหนักรายตัว จำนวน 10 ตัว และสุ่มชั่งน้ำหนักราย 10 ตัว จำนวน 3 ครั้งต่อกระบะในระยะเวลาทุกๆ 7 วัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลน้ำหนักของหนอนแมลงวันลาย จากนั้นเลี้ยงต่อไปจนกระทั่งมีหนอนเข้าสู่ระยะก่อนเข้าดักแด้ (prepupae) ซึ่งเป็นระยะตัวหนอนมีสีลำตัวเปลี่ยนจากสีขาวอมเหลืองเป็นสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลเข้ม ตามวิธีของ May (1961) อ้างโดย Oonincx et al. (2005) จำนวน 10 ตัว หรือคิดเป็นร้อยละ 10 ของจำนวนหนอนทั้งหมด จึงกำหนดให้เป็นวันสุดท้ายของระยะหนอนในกระบนั้นๆ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ลักษณะที่ศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ จำนวนหนอนที่เข้าสู่ระยะก่อนเข้าดักแด้เมื่อมีมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ของหนอนทั้งหมด (Number of pupae; NPP), จำนวนวันที่หนอนเข้าสู่ระยะก่อนเข้าดักแด้ครบ 10 เปอร์เซ็นต์ของหนอนทั้งหมด (Days to pupae ; DPP), น้ำหนักหนอนเมื่อเข้าดักแด้ครบ 10 เปอร์เซ็นต์ของหนอนทั้งหมด (Final weight; FNW), อัตราการเจริญเติบโตของหนอนระยะก่อนเข้าดักแด้ (Average daily gain; ADG), จำนวนแมลงวันลายที่มีรูปร่างปกติ (Number of normal fly; NNF), และ อัตราการตายจากระยะหนอนถึงแมลง (Mortality rate; MTR) ทั้งนี้สำหรับลักษณะ FNW และ ADG เป็นค่าที่เกิดขึ้นจากการชั่งน้ำหนักรวมของหนอนจำนวน 10 ตัว เนื่องจากในการชั่งน้ำหนักรายตัวของหนอน BSF เมื่อเริ่มทำการทดลอง น้ำหนักรายตัวที่ได้มีค่าน้อยกว่าที่เครื่องชั่งดิจิตอล 2 ตำแหน่งจะวัดค่าได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงชั่งน้ำหนักหนอนแมลงวันลาย จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 10 ตัว ทุกสัปดาห์ จากนั้นนำข้อมูลน้ำหนักที่ได้มาคำนวณค่าเฉลี่ยเพื่อกำหนดให้เป็นน้ำหนักของหนอน BSF ด้วยเหตุนี้ น้ำหนักเฉลี่ยที่ได้จึงนำมาใช้ในการคำนวณลักษณะ ADG ในช่วงระยะหนอนถึงระยะก่อนเข้าดักแด้

แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ถูกนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ภายใต้สมมติฐานที่ว่าหนอนทุกตัวเกิดจากพ่อและแม่พันธุ์แมลงวันลายที่มาจากแหล่งที่มาเดียวกันจึงทำให้มีความใกล้เคียงกันในระดับปัจจัยภายใน และหนอนทุกตัวถูกเลี้ยงในโรงเรือนเปิดของฟาร์มสัตวศาสตร์ที่มีการจัดการสิ่งแวดล้อมเหมือนกัน โดยการติดมุ้งลวดและผ้าใบพรางแสงสีดำ และยังได้รับการจัดการอื่นๆ ที่เหมือนกัน ยกเว้นปัจจัยของอาหารแต่ละชนิดที่หนอนได้รับ ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้มีปัจจัยที่ศึกษา คือ ชนิดของอาหารเลี้ยงหนอน BSF

จำแนกได้เป็น 6 ชนิด คือ CON, T1, T2, T3, T4 และ T5 ซึ่งในอาหารแต่ละชนิดใช้เลี้ยงหนอน BSF จำนวน 4 กระบะๆ ละ 100 ตัว ทั้งนี้ ค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองถูกเปรียบเทียบด้วยวิธีของ Tukey's studentized range ที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซนต์ โดยใช้ชุดคำสั่ง ANOVA ในโปรแกรม SAS version 9.0 (SAS, 2004)

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การวิเคราะห์หิทธิพลของเศษเหลือหลากหลายชนิดที่นำมาเลี้ยงหนอน BSF พบว่า เศษเหลือหลากหลายชนิดมีหิทธิพลต่อทุกลักษณะที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น ลักษณะ NPP, NNF และ MTR ดังแสดงใน Table 1 โดยพบว่า ค่าเฉลี่ยสำหรับลักษณะ NPP มีค่าอยู่ในช่วง 11.75 กรัม (T5) ถึง 13.75 กรัม (T2) ในขณะที่ลักษณะ NNF มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 33.50 ตัว (CON) ถึง 44.50 ตัว (T1) และ ลักษณะ MTR มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 49.00 (T1) ถึง ร้อยละ 57.75 (CON) ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยสำหรับลักษณะ DPP มีค่าที่น้อยที่สุดในอาหาร T1 เท่ากับ 13.00 วัน ($P < 0.001$) รองลงมาคืออาหาร T2, T4 และ T5 ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งน่าจะมีส่วนเหตุมานักจากอาหาร T1 มีระดับโปรตีนที่สูงกว่าอาหารชนิดอื่นๆ โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 30 ถึง 40 ในขณะที่อาหาร T2 มีระดับโปรตีนสำหรับไกรยะไข่ เท่ากับ ร้อยละ 18 แต่ในอาหาร T4 และ T5 เป็นอาหารที่เก็บรวบรวมจากโรงอาหารและตลาดสด ด้วยข้อจำกัดหลายประการทางคณะผู้วิจัยจึงไม่สามารถวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่นำมาทดลองได้ แต่จากการตรวจสอบเอกสารพบว่า Lalander et al. (2019) ได้รายงานระดับโปรตีนในเศษอาหารที่เก็บรวบรวมจากร้านอาหารในโรงอาหารของ Swedish University of Agricultural Sciences และ เศษผักและผลไม้ที่ประกอบด้วย ผักกาดหอม แอปเปิ้ล และมันฝรั่ง เท่ากับ ร้อยละ 22.2 และ 13.2 ตามลำดับ ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าลักษณะ DPP มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ Lalander et al. (2019) ที่พบว่าเมื่อหนอนแมลงวันลายเริ่มเข้าสู่ระยะก่อนเข้าดักแด้เมื่อมีอายุได้ 14 วัน และจะพบหนอนแมลงวันลายที่เข้าสู่ระยะก่อนเข้าดักแด้มากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนหนอนที่เลี้ยงทั้งหมดเมื่อมีอายุได้ 19 วัน สำหรับเศษอาหารที่เก็บรวบรวมจากร้านอาหารในโรงอาหาร ในขณะที่ หนอนแมลงวันลายที่มีอายุ 28 วัน จะเข้าสู่ระยะก่อนเข้าดักแด้ และจะพบมากกว่าร้อยละ 50 ในวันที่ 42 ถึง 47 สำหรับเศษผักและผลไม้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Spranghers et al. (2017) และ Menegus et al. (2018) ที่พบว่าหนอนแมลงวันลายเข้าสู่ระยะก่อนเข้าดักแด้ในวันที่ 19 และ 20 ภายหลังจากให้อาหารครั้งแรก แสดงให้เห็นว่า หนอน BSF ที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนสูงนั้นมีผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนารูปร่างในระยะก่อนเข้าดักแด้ได้ดีกว่า

ลักษณะ FNW และ ADG ของหนอน BSF มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในอาหาร T4 เท่ากับ 0.20 กรัม และ 0.013 กรัมต่อวัน ตามลำดับ แต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าเฉลี่ยสำหรับลักษณะ FNW และ ADG ในอาหาร CON ในขณะที่ ค่าเฉลี่ยสำหรับลักษณะ FNW และ ADG ในอาหาร T5 นั้น มีค่าน้อยที่สุด เท่ากับ 0.15 กรัม และ 0.010 กรัมต่อวัน (Table 1) ซึ่งน่าจะมีส่วนเหตุมานักจากอาหาร T5 เป็นอาหารที่ประกอบไปด้วยผักและผลไม้ที่มีเยื่อใย เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และ ลิกนิน เป็นต้น ในปริมาณสูงกว่าอาหาร T4 ที่เป็นอาหารจากโรงอาหารของมนุษย์ ซึ่งเป็นอาหารที่มีปริมาณเยื่อใยต่ำกว่า อีกทั้งยังมีระดับโปรตีนที่ต่ำกว่าอาหาร T4 อีกด้วย (Lalander et al., 2019) ด้วยเหตุนี้จึงเป็นผลที่ทำให้หนอน BSF ที่กินอาหาร T5 มีน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตน้อยกว่าหนอน BSF ที่กินอาหาร T4

ทั้งนี้ เมื่อสุ่มชั่งน้ำหนักรายตัวของหนอน BSF ที่ได้รับอาหารหลากหลายชนิดในแต่ละสัปดาห์ ดังแสดงใน Figure 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean) ของน้ำหนักตัว ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าอยู่ในช่วง 0.05 (T2, T3 and T4) ถึง 0.07 (T1), 0.11 (T2 and T3) ถึง 0.19 (T1), 0.11 (CON and T3) ถึง 0.17 (T4) และ

0.15 (T5) ถึง 0.20 (T4) ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม หนอน BSF ที่กินอาหาร T1 ไม่ได้รับการชั่งน้ำหนักในสัปดาห์ที่ 4 เนื่องจากหนอนเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ระยะก่อนเข้าดักแด้ในช่วงสัปดาห์ที่ 3 เรียบร้อยแล้ว นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาการกระจายตัวของน้ำหนักตัวในอาหารหลากหลายชนิด พบว่า ในอาหาร CON มีการกระจายตัวของน้ำหนักตัวอย่างชัดเจนในแต่ละสัปดาห์ ในขณะที่ หนอน BSF ที่กินอาหารชนิดอื่นนั้นมีการกระจายตัวแบบไม่มีแบบแผน (uncustomary pattern) แสดงให้เห็นว่า เมื่อเลี้ยงหนอน BSF ด้วยอาหาร CON จะมีผลทำให้การเจริญเติบโตและมีน้ำหนักตัวของหนอนในระยะตัวหนอนจนถึงระยะก่อนเข้าดักแด้มีความสม่ำเสมอมากกว่าอาหารชนิดอื่น

สรุป

อาหารหลากหลายชนิดที่ใช้ในการเลี้ยงหนอนแมลงวันลายมีผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนารูปร่างของหนอนในระยะตัวหนอนจนถึงระยะก่อนเข้าดักแด้ โดยหนอนที่กินอาหารจากโรงอาหารผสมอาหารควบคุมมีน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด ในขณะที่หนอนที่กินอาหารควบคุมมีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวอย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงการศึกษาเบื้องต้น ดังนั้น การศึกษาชนิดของอาหารชนิดอื่น คุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่ใช้เลี้ยงหนอน และคุณค่าทางโภชนาการของตัวหนอนที่กินอาหารหลากหลายชนิด ควรถูกพิจารณาเพิ่มเติมในการศึกษาครั้งต่อไป

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ สำหรับทุนสนับสนุนการวิจัย (รหัสโครงการ 63202002) ภายใต้ กองทุนส่งเสริมงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ และขอขอบคุณ ศ.ดร.อานัฐ ตันโช สำหรับคำแนะนำในการเลี้ยงและขยายพันธุ์หนอนแมลงวันลาย

เอกสารอ้างอิง

- Aniebo, A. O., Erondy, E. S. & Owen, O. J. (2009). Replacement of fish meal with maggot meal in African catfish (*Clarias gariepinus*) diets. *Revista UDO Agricola*, 9(3), 666-671.
- Department of Internal Trade (DIT). (2020). *Monthly price for fish meal*. Retrieved 25 January 2021, from <http://agri.dit.go.th/file/micro/572.pdf>. (in Thai)
- Lalander, C., Siener, S., Zurbrugg, C. & Vinneras, B. (2019). Effects of feedstock on larval development and process efficiency in waste treatment with black soldier fly (*Hermetia illucens*). *Journal of Cleaner Production*, 208, 211-219.
- Meneguz, M., Schiavone, A., Dama, A., Lussiana, C., Renna, M. & Gasco, L. (2018). Effect of rearing substrate on growth performance, waste reduction efficiency and chemical composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(15), doi:10.1002/jsfa.9127.
- Mutafela, R. N. (2015). *High value organic waste treatment via Black soldier fly* (Master of Science thesis), KTH Royal institute of Technology, Stockholm, Sweden.
- Ooninx, D. G. A. B., van Huis, A. & van Loon, J. J. A. (2015). Nutrient utilisation by black soldier flies fed with chicken, pig, or cow manure. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1, 131-139.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)/Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2018). *OECD-FAO Agricultural outlook 2018-2027*. OECD publishing, Paris/Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

- Statistical Analysis System (SAS). (2004). *SAS OnlineDoc, Version 9.0*. SAS Institute Inc., Cary, NC: USA.
- Sprangers, T., Ottoboni, M., Klotwijk, C., Olyn, A., Deboosere, S., De Meulenaer, B., Michiels, J., Eeckhout, M., De Clercq, P. & De Smet, S. (2017). *Nutritional composition of black soldier fly (Hermetia illucens) prepupae reared on different organic waste substrates. Journal of the Science of Food and Agriculture, 97, 2594-2600.*
- Tancho, A. (2017). *Manual of Maejo maggot*. Trio Advertising & Media Co., Ltd. Chiang Mai, Thailand. (in Thai)
- Wang, Y. S. & Shelomi, M. (2017). *Review of Black soldier fly (Hermetia illucens) as animal feed and human food. Foods, 6(91),* doi:10.3390/foods6100091.
- Win, S. S., Ebner, J. H., Brownell, S. A., Pagano, S. S., Cruz-Dilone, P. & Trabold, T. A. (2018). *Anaerobic digestion of black soldier fly larvae (BSFL) biomass as part of an integrated biorefinery. Renewable Energy. 127, 705-712.*

Table 1 Means, standard error of means and significant level for studied traits

Trait ^{1/}	Feed type ^{2/}						SEM	P-value
	CON	T1	T2	T3	T4	T5		
NPP (unit)	13.50	13.50	13.75	13.50	15.00	11.75	1.88	0.904
DPP (day)	14.50 ^{ab}	13.00 ^c	14.00 ^b	14.75 ^a	14.00 ^b	14.00 ^b	0.16	<0.001
FNW (g)	0.18 ^{ab}	0.16 ^{bc}	0.17 ^{bc}	0.17 ^{bc}	0.20 ^a	0.15 ^c	0.01	<0.001
ADG (g/unit/d)	0.011 ^{ab}	0.011 ^b	0.010 ^b	0.011 ^b	0.013 ^a	0.010 ^b	0.001	0.003
NNF (unit)	33.50	44.50	34.00	35.00	NA ^{3/}	NA	3.71	0.229
MTR (%)	57.75	49.00	56.00	50.25	NA	NA	3.86	0.436

^{1/} NPP = Number of pupae, DPP = Days to pupae, FNW = Final weight, ADG = Average daily gain,

NNF = Number of normal fly, and MTR = Mortality rate

^{2/} CON = Control feed, T1 = Catfish feed + CON, T2 = Residual feed from laying hen + CON,

T3 = Residual feed from fattening pig + CON, T4 = Residual food from canteen + CON, and

T5 = Residual waste from fresh market + CON

^{3/} NA = not available

^{a, b, c} values with different superscripts are statistically different within the same row

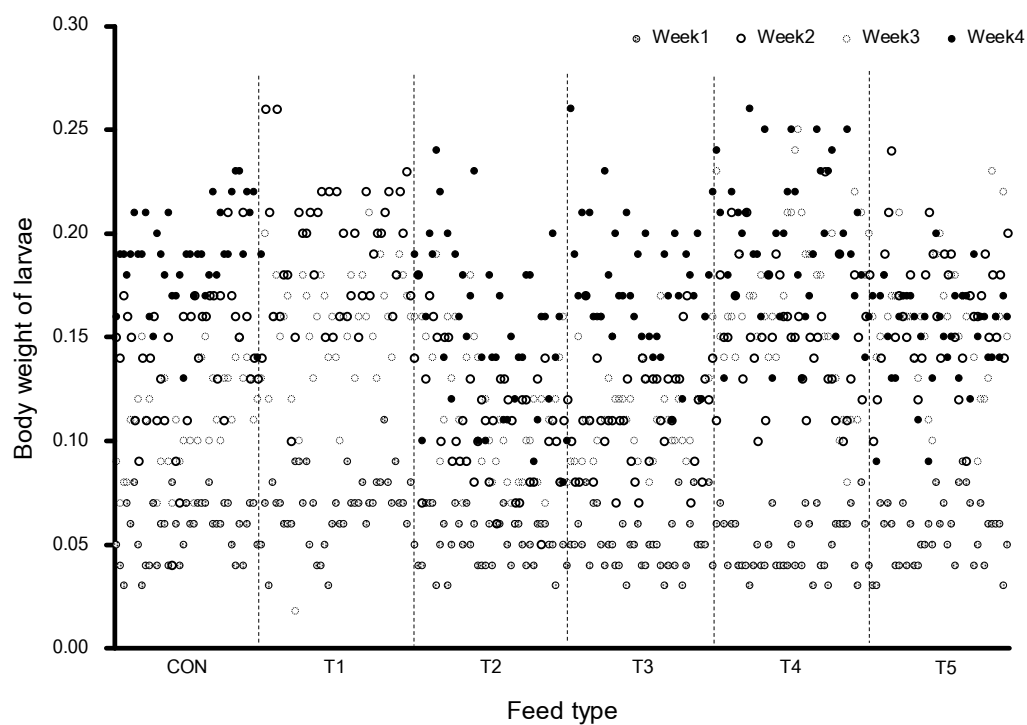


Figure 1 Distribution for body weight of larvae in different feed types and weeks